

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

07. 3. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2004年 3月 3日

出願番号  
Application Number: 特願 2004-059547

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

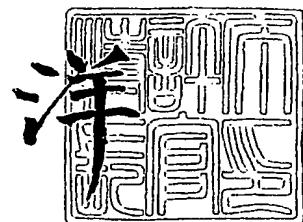
J P 2004-059547

出願人  
Applicant(s): 三菱電機株式会社

2005年 4月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 549167JP01  
【提出日】 平成16年 3月 3日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H02K 11/00  
H02K 5/18  
H02K 9/06

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2番 3号 三菱電機株式会社内  
【氏名】 北村 裕

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2番 3号 三菱電機株式会社内  
【氏名】 浅尾 淑人

【特許出願人】  
【識別番号】 000006013  
【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100073759  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大岩 増雄

【選任した代理人】  
【識別番号】 100093562  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 鬼玉 俊英

【選任した代理人】  
【識別番号】 100088199  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 竹中 岳生

【選任した代理人】  
【識別番号】 100094916  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 村上 啓吾

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 035264  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

端面に吸気孔と、外周に排気孔を有する一対のプラケットに回転自在に支承されたシャフトと、上記一対のプラケット内に配設され、上記シャフトに固着されて内部に界磁巻線を装着すると共に両端面には冷却ファンを装着してなる回転子と、上記回転子の外周に該回転子を包囲するように上記一対のプラケットに固着され、電機子巻線が巻回された電機子鉄心からなる電機子とを有する回転電機と、バッテリの直流電力を交流電力に変換して上記電機子巻線に供給して上記回転子に回転動力を発生させるか、あるいは上記電機子巻線で発生する交流電力を直流電力に変換して上記バッテリを充電するインバータユニットとを備えた車両用回転電機装置において、上記インバータユニットは、

概略中空の円筒形状あるいは中空の多角柱形状を成し、少なくとも外表面の一部に多数の放熱フィンを有するヒートシンクを構成し、上記回転電機の反負荷側端部に、上記シャフトを取り囲み、かつ上記冷却ファンによる冷却風が上記回転電機を冷却する前に、上記放熱フィンを冷却するように配置されていることを特徴とする車両用回転電機装置。

**【請求項 2】**

上記インバータユニットは、少なくとも内周面あるいは反プラケット側端面あるいは外周面の中の一箇所以上が金属材から成る多数の放熱フィンを有するヒートシンクを構成し、上記一対のプラケットのどちらか一方の外側端面に一体に固定されると共に、軸方向端面に吸気孔を設けたカバーにより覆われ、

かつ、上記冷却ファンにより上記カバーの軸方向端面の吸気孔から吸入された冷却風が、上記回転電機を冷却する前に、上記放熱フィンを冷却するように配置されたことを特徴とする請求項 1 記載の車両用回転電機装置。

**【請求項 3】**

上記インバータユニットは、少なくともプラケット側端面あるいは外周面の中の一箇所以上に金属材から成る多数の放熱フィンを有するヒートシンクを構成し、上記一対のプラケットのどちらか一方の外側端面に一体に固定されると共に、外周面に多数の吸気孔を配設したカバーにより覆われ、

かつ、上記冷却ファンにより上記カバーの外周面の吸気孔から吸入された冷却風が、上記回転電機を冷却する前に、上記放熱フィンを冷却するように配置されたことを特徴とする請求項 1 記載の車両用回転電機装置。

**【請求項 4】**

上記放熱フィンの一部または全部が概略中心方向に向かって放射状に配設されていることを特徴とする請求項 3 記載の車両用回転電機装置。

**【請求項 5】**

上記放熱フィンの一部または全部が概略シャフトと平行でかつ中心方向から放射状に拡がって配設していることを特徴とする請求項 3 記載の車両用回転電機装置。

**【請求項 6】**

上記プラケット外周に設けられた排気孔から排出される高温度の排気冷却風が上記カバーの吸気孔に循環して吸入されないように、上記カバーあるいは上記インバータユニットが固定されているプラケットに、仕切り壁あるいは排気方向を制御する導風壁を設けたことを特徴とする請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の車両用回転電機装置。

**【請求項 7】**

上記カバーの素材が金属であることを特徴とする請求項 2 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の車両用回転電機装置。

**【請求項 8】**

上記インバータユニットは、少なくとも内周面あるいはプラケット側端面あるいは外周面の中の一箇所以上が金属材から成る多数の放熱フィンを有するヒートシンクを構成し、上記一対のプラケットのどちらか一方の内側端面に一体に固定されると共に、上記回転子

及び電機子との間に中心に通風孔が開いた概ねドーナツ状の仕切り板によって区切られ、上記冷却ファンにより上記ブラケットの軸方向端面の吸気孔から吸入された冷却風が、上記回転電機を冷却する前に、上記放熱フィンを冷却するように配置されたことを特徴とする請求項1記載の車両用回転電機装置。

【請求項9】

上記仕切り板が上記インバータユニットに一体に固定されていることを特徴とする請求項8記載の車両用回転電機装置。

【請求項10】

上記インバータユニットは、複数のスイッチング素子を含むインバータモジュールを内蔵していることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項11】

上記インバータユニットは、複数のスイッチング素子を含むインバータモジュールと、上記インバータモジュールと並列に接続されたコンデンサとを内蔵していることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項12】

上記インバータユニットは、複数のスイッチング素子を含むインバータモジュールと、上記インバータモジュールと並列に接続されたコンデンサと、上記複数のスイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御装置とを内蔵していることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項13】

上記インバータユニットは、複数のスイッチング素子を含むインバータモジュールと、上記インバータモジュールと並列に接続されたコンデンサと、界磁電流を制御する界磁電流制御装置と、上記複数のスイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御装置とを内蔵していることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項14】

上記インバータユニットが、上記ヒートシンク部を含めて周方向あるいは軸方向に複数に分割されて配置されていることを特徴とする請求項10ないし13のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項15】

上記スイッチング素子がSiC組成材を用いたSiC-MOSFETから成ることを特徴とする請求項10から請求項14のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項16】

上記スイッチング素子がSiC組成材を用いたSiC-SITから成ることを特徴とする請求項10ないし請求項14のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【請求項17】

上記回転子が、相隣る磁極が異極をなすようにクローポール型に形成された磁極部と界磁巻線を有する円筒部とからなる回転子鉄心と、前記回転子鉄心の磁気回路に設けられ、前記界磁巻線と共に前記電機子鉄心に磁束を供給する永久磁石を備えていることを特徴とする請求項1ないし16のいずれか1項に記載の車両用回転電機装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】車両用回転電機装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、電気自動車やハイブリッド自動車等に搭載される車両用回転電機装置、特に回転電機と該回転電機を制御するインバータユニットとを一体化した車両用回転電機装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、地球温暖化防止を背景にCO<sub>2</sub>の排出量削減が求められている。そして、自動車におけるCO<sub>2</sub>の削減は、燃費性能の向上を意味しており、その解決策の一つとして、電気自動車（EV）あるいはハイブリッド自動車（HEV）の開発、実用化が進められている。

特に、ハイブリッド自動車に搭載される回転電機に要求される機能としては、車両停止時のアイドリングストップ、減速走行中のエネルギー回生、加速走行中のトルクアシスト等であり、これらの実現によって燃費性能の向上が可能となっている。

【0003】

そして、このための回転電機として電動発電機がエンジンの外側に横置き式に搭載され、ベルトが電動発電機とクラランク軸プーリとの間に掛け渡され、電動発電機とエンジンとの間で双方向の駆動力伝達が行われるようになっている。

そして、電動時には、バッテリの直流電力がインバータにより交流電力に変換される。この交流電力が電動発電機に供給され、電動発電機が回転駆動される。この回転力がベルトを介してエンジンに伝達され、エンジンが始動される。一方、発電時には、エンジンの駆動力の一部がベルトを介して電動発電機に伝達され、交流電力が発生する、この交流電力がインバータにより直流電力に変換され、バッテリに蓄えられる。（例えば、特許文献1参照）

【0004】

【特許文献1】特開2001-95103号公報（図1、図2）  
【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の車両用電動発電装置では、インバータが電動発電機から遠く離れて配設されているので、インバータと電動発電機との間を電気的に接続する交流配線の配線長さが長くなってしまう。その結果、交流配線での配線抵抗が大きくなり、交流配線での電圧降下が大きくなるので、電動発電機に所望のトルクを出力させるだけの電力を供給できなかったり、電動発電機を所望の回転速度まで回転を上げることができなくなったりするという事態を発生させてしまうという問題があった。

また、交流配線での電圧降下を抑えるために、交流配線の太さを大きくして配線抵抗を小さくすることも考えられる。しかし、この場合には、配線重量および配線コストが大幅に増加してしまうという問題があった。

さらに、エンジルーム内においてインバータ及びその制御装置を新たに追加搭載するスペースを確保することが非常に困難になってきており、インバータ及びその制御装置を大幅に小型化することが必要であるという課題があった。

【0006】

この発明は、上記の問題を解消するためになされたもので、特にインバータユニットを一体化した車両用回転電機装置において、インバータユニットを含めた回転電機装置の小型化とトルク特性および効率を向上させることができる車両用回転電機装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明による車両用回転電機装置は、端面に吸気孔と、外周に排気孔を有する一対のプラケットに回転自在に支承されたシャフトと、上記一対のプラケット内に配設され、上記シャフトに固着されて内部に界磁巻線を装着すると共に両端面には冷却ファンを装着してなる回転子と、上記回転子の外周に該回転子を包囲するように上記一対のプラケットに固着され、電機子巻線が巻回された電機子鉄心からなる電機子とを有する回転電機と、バッテリの直流電力を交流電力に変換して上記電機子巻線に供給して上記回転子に回転動力を発生させるか、あるいは上記電機子巻線で発生する交流電力を直流電力に変換して上記バッテリを充電するインバータユニットとを備えた車両用回転電機装置において、上記インバータユニットは、概略中空の円筒形状あるいは中空の多角柱形状を成し、少なくとも外表面の一部に多数の放熱フィンを有するヒートシンクを構成し、上記回転電機の反負荷側端部に、上記シャフトを取り囲み、かつ上記冷却ファンによる冷却風が上記回転電機を冷却する前に、上記放熱フィンを冷却するように配置されている。

#### 【発明の効果】

##### 【0008】

この発明によれば、インバータユニットを回転電機の反負荷側端部に一体に固定して、インバータユニットの放熱フィンを冷却ファンによる冷却風が上記回転電機を冷却する前に強制冷却することによって、インバータユニットのヒートシンクを効果的に冷却してインバータユニット自体の小型化が実現できる。その結果、回転電機とインバータユニットの組合せで大幅な省スペースとなり、エンジルーム内への搭載性が良好になると共に、インバータユニットを回転電機に一体に固定したので、インバータユニットと回転電機を接続する交流配線を削減でき、交流配線での電圧降下を抑えて回転電機のトルク特性を大幅に改善でき、さらに交流配線を削減することによる大幅な重量低減とコストダウンが実現できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0009】

###### 実施の形態 1.

図1はこの発明の実施の形態1に係る車両用回転電機装置におけるインバータユニットと回転電機を一体化した構造を示す縦断面図、図2は図1においてカバーを外した場合のインバータユニットをリヤ側から見た図、図3はこの発明の実施の形態1に係る車両用回転電機装置を搭載したハイブリッド自動車におけるシステム回路の概念図である。なお、図2のA-A線は図1の縦断面図に対応する切断線を示す。

##### 【0010】

図3において、回転電機2は巻線界磁式同期電動発電機であり、電機子（図示せず）の電機子巻線24と回転子（図示せず）の界磁巻線21を備えている。

また、この図の場合のインバータユニット4は、複数のスイッチング素子41と各スイッチング素子41に並列に接続されたダイオード42とから成るインバータモジュール40と、このインバータモジュール40に並列に接続されたコンデンサ43とを備えている。そして、インバータモジュール40は、並列に接続されたスイッチング素子41およびダイオード42の組を2組直列に接続したものを並列に3つ配置して構成されている。

そして、電機子巻線24の各Y結線（スター結線）端部が、交流配線9（但し、本実施の形態1では廃止されている）を介して直列に接続されたスイッチング素子41の中間点にそれぞれ電気的に接続されている。また、バッテリ5の正極側端子および負極側端子が、直列配線8を介してインバータモジュール40の正極側および負極側にそれぞれ電気的に接続されている。

インバータモジュール40は、制御装置44によりスイッチング素子41のスイッチング動作が制御される。また、制御装置44は、界磁電流制御装置45を制御して界磁巻線21に流す界磁電流を調整する。

図1において、回転電機2は、ペアリング10、11を介してシャフト16を軸支されてフロントプラケット18とリヤプラケット19とからなるケース内に回転自在に配設され、回転子鉄心20A、20Bと界磁巻線21を備えた回転子20と、電機子鉄心23の

軸方向両端の径方向端部をフロントプラケット18とリヤプラケット19とに挟持されて回転子20を囲繞するように配設された電機子22とを備えている。そして、フロントプラケット18とリヤプラケット19とが通しボルト25により締着一体化されている。また、回転電機用ブーリ12が回転子20のシャフト16のフロントプラケット18からの延出端に固着されている。冷却ファン28が回転子20の軸方向両端面にそれぞれ固定されている。そして、一対のスリップリング29がシャフト16のリヤ側に装着されている。さらに、ブラシホルダ30がシャフト16のリヤ側外周に位置するようにリヤプラケット19の外壁面に配設され、一対のブラシ31がそれぞれスリップリング29に摺接するようにブラシホルダ30内に配設されている。また、吸気孔18a、19aがフロントプラケット18およびリヤプラケット19の端面に穿設され、排気孔18b、19bがフロントプラケット18およびリヤプラケット19の外周面に穿設されている。

#### 【0011】

インバータユニット4は、スリップリング29を囲むようにしてブラシホルダ30の部分だけ切り欠いた概略中空の円筒形状あるいは多角柱形状を成し、外部から内部への接続用サーキットターミナルを絶縁性樹脂で覆ってなるサーキットボード4aと、サーキットボード4aに一体に固定された内周面側ヒートシンク401、反リヤプラケット側ヒートシンク402、外周面側ヒートシンク403とから構成されている。これらそれぞれのヒートシンク401、402、403の素材には、例えば銅、アルミニウム等の良熱伝導性金属を用い、図2に示すようにそれぞれ放熱フィン401a、402a、403aが概略中心方向に向かって放射状に立設されている。

そして、回路基板404が電気絶縁状態にヒートシンク402の反放熱フィン側面上に配設されてインバータユニット4内に収納されている。この回路基板404には、スイッチング素子41、ダイオード42およびコンデンサ43が図3に示される回路を構成するように実装されている。このように構成されたインバータユニット4は、リヤプラケット19の端面にシャフト16を囲むように直接取り付けられており、電機子巻線24のY結線端部から伸びる口出し線201、202、203がリヤプラケット19から絶縁ブッシュ300を介して延出し、インバータユニット4のサーキットボード4aの接続端子部420に電気的に直接接続されている。さらに、バッテリ5が直流配線8を介してインバータユニット4の電源端子（図示せず）に電気的に接続されている。そして、リヤプラケット19の外端面に配設されたインバータユニット4、ブラシホルダ30を囲むように、カバー50が装着されており、このカバー50には放熱フィン402aに対向する面に吸気孔50aが穿設されている。

#### 【0012】

次にこのように構成された実施の形態1の回転電機装置のハイブリッド自動車におけるアイドリングストップ時の動作について説明する。

まず、アイドリングストップを開始するための条件が成立すると、エンジン（図示せず）は停止される。そして、エンジンを再始動する条件が揃うと、バッテリ5から直流配線8を介して直流電力がインバータユニット4に給電される。そこで、制御装置44がインバータモジュール40の各スイッチング素子41をON/OFF制御し、直流電力が三相交流電力に変換される。そして、この三相交流電力が電機子巻線24から伸びた口出し線201、202、203を介して回転電機2の電機子巻線24に供給される。これにより、界磁電流制御装置45により界磁電流が供給されている回転子20の界磁巻線21の周囲に回転磁界が与えられ、回転子が回転駆動される。

そして、この回転子20の回転動力が回転電機用ブーリ12、ベルト（図示せず）、クラシクプーリ（図示せず）を介してエンジンに伝達されて、エンジンが始動される。

そして、エンジンが始動されると、エンジンの回転動力がクラシクプーリ、ベルト及び回転電機用ブーリ12を介して回転電機2に伝達される。これにより、回転子が回転駆動されて電機子巻線24に三相交流電圧が誘起される。そこで、制御装置44が各スイッチング素子41をON/OFF制御し、電機子巻線24に誘起された三相交流電力を直流電力に変換して、バッテリ5を充電する。

このような一連のアイドルストップ動作において、回転電機2に直接取り付けられたインバータユニット4は、冷却ファン28が両端面に固着された回転子20が回転することによって冷却される。

回転子20が回転駆動され、冷却ファン28が回転駆動されると、図1中矢印に示されるように、冷却風がカバー50の吸気孔50aから吸入されて放熱フィン402aから401aへと、同じく放熱フィン402aから403aに沿って流れて、スイッチング素子41、ダイオード42およびコンデンサ43で発生した熱がこれら放熱フィン402a、401a、403aを介して冷却風に放熱される。そして、この冷却風はリヤプラケット19に設けられた吸気孔19aに導入されて冷却ファン28によって遠心方向に曲げられて排気孔19bから排出され、冷却風の流れが形成される。冷却ファン28に遠心方向に曲げられた冷却風によって電機子巻線24が冷却される。

#### 【0013】

従って、この実施の形態1では、インバータユニット4が冷却ファン28によって強制的に形成された冷却風により、まず最初にインバータユニット4の放熱フィン401a、402a、403aを冷却するように構成したので、回転電機2の電機子22から発生する熱の影響をほとんど受けず、インバータユニット4内部のスイッチング素子41などから発生する熱を効率よく外部に放熱することができ、インバータユニット4が効率よく冷却される。そこで、ヒートシンク401、402、403の放熱フィン401a、402a、403aを小型化でき、その結果インバータユニット4の小型化が図られ、インバータユニット4のリヤプラケット19への搭載性が向上される。さらに、インバータユニット4と回転電機2とが冷却ファン28によって形成される冷却風により冷却されるので、インバータユニット4の冷却媒体が回転電機2の冷却媒体（冷却風）と共に用され、冷却構造が簡素化される。

#### 【0014】

そして、インバータユニット4が回転電機2のリヤプラケット19の外側端面に直接取り付けられ、電機子巻線24の口出し線201、202、203がインバータユニット4に直接電気的に接続されているので、インバータユニットと電機子巻線24との間の交流配線による抵抗増加がない。これにより、インバータユニット4と電機子巻線24との間での電圧降下が最小となり、回転電機2のトルク特性を大幅に向上させることができる。

また、インバータユニット4を回転電機2に直接取り付けているので、取付スペースが削減でき、レイアウト性が向上する。

また、インバータユニット4から回転電機2への交流配線を削減できることによって、重量低減とコストダウンが実現できる。また、交流配線の誤配線などの市場トラブルが防止できる。

さらに、発熱量が大きいスイッチング素子と、比較的発熱量が大きいコンデンサを上記インバータユニットの放熱フィンによって効率良く冷却できる。

#### 【0015】

実施の形態2.

図4はこの発明の実施の形態2に係る車両用回転電機装置におけるインバータユニットと回転電機を一体化した構造を示す縦断面図、図5はインバータユニットの放熱フィンをリヤプラケット側から見た図である。

図4において、インバータユニット4は、スリップリング29を囲むようにしてプラスホルダ30の部分だけを切り欠いた概ね円筒形状あるいは多角柱形状を成し、外部から内部への接続用サークリットターミナルを絶縁性樹脂で覆ってなる蓋状のケース4bと、ケース4bに一体に固定されたヒートシンク410とから外観は構成されている。このヒートシンク410の素材には、例えば銅、アルミニウム等の良熱伝導性金属を用い、図5で示すようにそのヒートシンク410の外周面側には外周面側フィン410a、リヤプラケット側にはリヤプラケット側放熱フィン410bが概略シャフト16と平行でかつ中心方向から放射状に拡って配設されている。

そして、回路基板404が電気絶縁状態にヒートシンク410の反リヤプラケット側フィ

ン面上に配設されてインバータユニット4内に収納されている。この回路基板404には、スイッチング素子41、ダイオード42およびコンデンサ43が図3に示される回路を構成するように実装されている。また同様に、回路基板405も電気絶縁状態にヒートシンク410上に配設されてインバータユニット4内に収納されている。この回路基板405には、制御装置44および界磁電流制御装置45が図3に示される回路を構成するよう実装されている。

このように構成されたインバータユニット4は、リヤプラケット19の外側端面に直接取り付けられており、電機子巻線24のY結線端部から延びる口出し線201、202、203がリヤプラケット19から絶縁ブッシュ300を介して延出し、インバータユニット4のケース4bの接続端子部420に電気的に接続されている。

そして、リヤプラケット19の外端面に配設されたインバータユニット4、ブラシホルダ30を囲むようにカバー50が装着されており、このカバー50の外周面には外周面側放熱フィン410aに対向する吸気孔50bが穿設されている。また、カバー50の開口側端部には、リヤプラケット19の排気孔19bから排気された高温の冷却風をカバー50の吸気孔50b側に循環させないための仕切り壁50cが排気孔19bの外側周辺に設けられている。

なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

#### 【0016】

この実施の形態2において、回転子20が回転駆動され、冷却ファン28が回転駆動されると、図4中の矢印に示されるように、冷却風がカバー50の吸気孔50bから吸入され、図5に示されているように外周面側放熱フィン410a、リヤプラケット側放熱フィン410bに沿って流れ、スイッチング素子41、ダイオード42、コンデンサ43、制御装置44および界磁電流制御装置45で発生した熱がこれら放熱フィン410a、410bを介して冷却風に放熱される。そして、この冷却風はリヤプラケット19に設けられた吸気孔19aに導入されて冷却ファン28によって遠心方向に曲げられて排気孔19bから排出され、冷却風の流れが形成される。尚、排気孔19bから排出された冷却風は、カバー50の吸気孔50bの方向に循環しないようにカバー50の開口側端部に設けられた仕切り壁50cによって排気方向を制御されている。電機子巻線24は、冷却ファン28に遠心方向に曲げられた冷却風によって冷却される。なお、この仕切り壁50cは冷却風の排気方向を制御するような導風壁であっても良い。

#### 【0017】

従って、この実施の形態2では、インバータユニット4が冷却ファン28によって強制的に形成された冷却風により冷却されるので、インバータユニット4が効率よく冷却される。そこで、ヒートシンク410、放熱フィン410a、410bを小型にでき、インバータユニット4の小型化が図られ、インバータユニット4のリヤプラケット19への搭載性が向上される。さらに、インバータユニット4と回転電機2とが冷却ファン28によって形成される冷却風により冷却されるので、インバータユニット4の冷却媒体が回転電機2の冷却媒体（冷却風）と共用され、冷却構造が簡素化される。

#### 【0018】

そして、インバータユニット4が回転電機2のリヤプラケット19の外側端面に直接取り付けられ、電機子巻線24の口出し線201、202、203がインバータユニット4に直接電気的に接続されているので、インバータユニットと電機子巻線24との間の交流配線による抵抗増加がない。これにより、インバータユニット4と電機子巻線24との間での電圧降下が最小となり、回転電機2のトルク特性を大幅に向上させることができる。

また、インバータユニット4を回転電機2に直接取り付けているので、取付スペースが削減でき、レイアウト性が向上する。

#### 【0019】

また、吸気孔50bから吸入された冷却風の流れる方向に沿って放熱フィン410a、410bを配設したので放熱フィンが効率良く冷却されるとともに、通風抵抗が大きくならないので冷却風量が減少することがないので、全体の冷却効率が悪くならないという効

果がある。

また、排気孔19bから排出される高温度の排気冷却風がカバー50の吸気孔50bに循環して吸入されないので、吸気孔50bからは常に低温の冷却風が吸入され、インバータユニット4を効率良く冷却できる。

さらに、インバータユニット4を金属性のカバー50で覆うことにより、インバータユニット4及びその結線類から発生するノイズを外部に放出しないようにする効果と、逆に外部からのノイズによってインバータユニット4が誤動作することを回避できる効果がある。

#### 【0020】

実施の形態3.

図6はこの発明の実施の形態3に係る車両用回転電機装置におけるインバータユニットと回転電機を一体化した構造を示す縦断面図である。

図6において、インバータユニット4は、スリップリング29を囲むようにしてブラシホルダ30の部分だけを切り欠いた概ね中空の円筒形状あるいは多角柱形状を成し、外部から内部への接続用サーキットターミナルを絶縁性樹脂で覆ってなるサーキットボード4aと、サーキットボード4aに一体に固着された内周面側ヒートシンク401、リヤプラケット端面側ヒートシンク402、外周面側ヒートシンク403とから外観は構成されている。これらそれぞれのヒートシンク401、402、403の素材には、例えば銅、アルミニウム等の良熱伝導性金属を用い、それぞれ放熱フィン401a、402a、403aが外表面に立設されている。

そして、回路基板404が電気絶縁状態にヒートシンク402の反放熱フィン面上に配設されてインバータユニット4内に収納されている。この回路基板404には、スイッチング素子41、ダイオード42およびコンデンサ43が図3に示される回路を構成するよう実装されている。

このように構成されたインバータユニット4は、リヤプラケット19の内側端面に直接取り付けられており、電機子巻線24のY結線端部から延びる口出し線201、202、203がインバータユニット4のサーキットボード4aの接続端子部420に電気的に接続されている。

そして、インバータユニット4のサーキットボード4a上には、中央部に通風孔406aの開いたドーナツ状の仕切り板406が一体状に固定されており、回転子20及び電機子22との間を仕切り、電機子巻線24近辺の高温度の冷却風がインバータユニット側に循環しないように構成している。

なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。

#### 【0021】

この実施の形態3において、回転子20が回転駆動され、冷却ファン28が回転駆動されると、図6中の矢印に示されるように、冷却風がリヤプラケット19端面の吸気孔19aから吸入されて、放熱フィン402aから401aへと、同じく放熱フィン402aから403aに沿って流れ、スイッチング素子41、ダイオード42およびコンデンサ43で発生した熱がこれら放熱フィン402a、401a、403aを介して冷却風に放熱される。

そして、この冷却風は仕切り板406の中央に設けられた通風孔406aに導入されて冷却ファン28によって遠心方向に曲げられて排気孔19bから排出され、冷却風の流れが形成される。電機子巻線24は、冷却ファン28に遠心方向に曲げられた冷却風によって冷却される。

#### 【0022】

従って、この実施の形態3では、インバータユニット4が冷却ファン28によって強制的に形成された冷却風により冷却されるので、インバータユニット4が効率よく冷却される。そこで、ヒートシンク401、402、403の放熱フィン401a、402a、403aを小型化でき、結果インバータユニット4の小型化が図られ、インバータユニット4のリヤプラケット19への搭載性が向上される。さらに、インバータユニット4と回転

電機2とが冷却ファン28によって形成される冷却風により冷却されるので、インバータユニット4の冷却媒体が回転電機2の冷却媒体（冷却風）と共に用され、冷却構造が簡素化される。

### 【0023】

そして、インバータユニット4が回転電機2のリヤブラケット19の内側端面に直接取り付けられ、電機子巻線24の口出し線201、202、203がインバータユニット4に直接電気的に接続されているので、インバータユニットと電機子巻線24との間の交流配線による抵抗増加がない。これにより、インバータユニット4と電機子巻線24との間での電圧降下が最小となり、回転電機2のトルク特性を大幅に向上させることができる。

また、インバータユニット4を回転電機2に直接取り付けているので、取付スペースが削減でき、レイアウト性が向上する。

また、仕切り板406をインバータユニット4と一緒に固定したので、仕切り板406の組み付け性が向上する。

### 【0024】

実施の形態4.

図7はこの発明の実施の形態4に係わる車両用回転電機装置におけるインバータユニットの他の構成を示す縦断面図である。

実施の形態4は、実施の形態2に対して特にインバータユニット構造が異なっており、同一符号部分は実施の形態2と同様に構成されている。

図7において、インバータユニット4は、外部から内部への接続用サーチキットターミナルを絶縁性樹脂で覆ってなるサーチキットボード4aと、同じく絶縁性の樹脂でなる蓋状のケース4bと、ケース4bとサーチキットボード4aとに挟まれて一体に固着されているヒートシンク411と、サーチキットボード4aの他方の面に固着され外周面側フィン410aとリヤブラケット側フィン410bが立設されたヒートシンク410で外観は構成されている。

そして、回路基板404が電気絶縁状態にヒートシンク410の反リヤブラケット側フィン面上に配設されてインバータユニット4内に収納されている。この回路基板404には、スイッチング素子41、ダイオード42およびコンデンサ43が図3に示される回路を構成するように実装されている。また同様に、回路基板405も電気絶縁状態にヒートシンク411上に配設されてインバータユニット4内に収納されている。この回路基板405には、制御装置44および界磁電流制御装置45が図3に示される回路を構成するように実装されている。サーチキットボード4aは、回路基板404上のスイッチング素子41と、回路基板405上の制御装置44とを接続するための中継ターミナルとしての機能を果たしている。このように、実施の形態4は、ヒートシンク410上にスイッチング素子41、ダイオード42、コンデンサ43を実装してなる回路基板404と、ヒートシンク411上に制御装置44、界磁電流制御装置45を実装してなる回路基板405とを軸方向に多段に重ねてなる構成を示している。

### 【0025】

以上のように、比較的発熱量が大きく充分な冷却が必要なスイッチング素子41とダイオード42とコンデンサ43とを、大きな放熱フィン410a、410bが立設されたヒートシンク410に実装し、比較的発熱量の小さい制御装置44と界磁電流制御装置45とをヒートシンク411に実装して分けたので、充分な冷却が必要な電子部品を効率良く冷却でき、また、それぞれのヒートシンクをサーチキットボード4aによってお互いに熱的な影響を受けないようにしているので、耐熱性の違いによる品質信頼性の低下を防止する効果がある。

また、スイッチング素子41と、スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御装置44とを同じインバータユニット4内に構成したので、両者をインバータユニット4内で直接接続でき、スイッチング素子41と制御装置44を接続するための特別な接続部の構成が省略できるとともに接続部の信頼性が向上する効果がある。

さらに、インバータユニット4内に構成した界磁電流制御装置44は、回転子20の内

部に装着している界磁巻線21にスリップリング29を介して電気的に摺動接続されたブラシ31を内蔵しているブラシホルダ44の近傍に配置できるので、界磁電流を通電するための配線構成をコンパクト化できるとともに、結線部の信頼性が向上できる。

### 【0026】

#### 実施の形態5.

図8はこの発明の実施の形態5に係わる車両用回転電機装置におけるインバータユニットで、周方向に分割して配置した構成を示すリヤ側から見た外観図である。(但し、カバーを外した状態)

実施の形態5は、実施の形態1に対して特にインバータユニット構造が異なっており、同一符号部分は実施の形態1と同様に構成されている。

図8において、インバータユニット4の内周面側ヒートシンク401、反リヤプラケット側ヒートシンク402、外周面側ヒートシンク403は、たとえば樹脂などで構成された熱伝導遮断部430によってそれぞれが周方向に分断されており、それぞれのヒートシンクの分断部間で互いに熱的影響を及ぼさないように構成されている。

そして、熱伝導遮断部430によって周方向に分断されたそれぞれのヒートシンクにおいて、たとえば、比較的発熱量が大きく充分な冷却が必要なスイッチング素子41とダイオード42とコンデンサ43は多くの放熱フィンが立設された大きなシートシンクに実装し、比較的発熱量の小さい制御装置44と界磁電流制御装置45は小さな方のヒートシンクに実装して分けるので、充分な冷却が必要な電子部品を効率良く冷却でき、また、それぞれのヒートシンクを熱伝導遮断部430によってお互いに熱的影響を受けないようにしているので、耐熱性の違いによる品質信頼性の低下を防止する効果がある。

### 【0027】

#### 実施の形態6.

図9はこの発明の実施の形態6に係わる車両用回転電機装置におけるインバータユニットに使用されるスイッチング素子のオン抵抗と定格電圧の関係を示す特性図である。

図9において、現在一般的にインバータユニット4の中のスイッチング素子41として使用されているSi(シリコン)を組成材としたSi-MOSFETとSiC(炭化シリコン)組成材を用いたSiC-MOSFETとの定格電圧とオン抵抗の関係を比較して示している。

車両用回転電機の電動時や発電時には、電機子巻線や界磁巻線の蓄積磁気エネルギー量が非常に大きいため、それらが瞬時に放出される事故に対する対策としてインバータユニット4のスイッチング素子41の定格電圧をバッテリ電圧の数十倍に設定する必要があり、例えば、この定格電圧を250(V)と仮定した場合には、図9の特性の比較から明らかなようにSiC-MOSFETのオン抵抗はSi-MOSFETのオン抵抗の約1/15程度まで低減できる。従って、SiC-MOSFETをスイッチング素子として使用すれば、オン抵抗が低いため発熱量も大幅に低減でき、ヒートシンクの放熱フィン部が小型化できるので、ヒートシンクを含めたインバータユニット全体のさらなる小型化が可能となるとともに、抵抗損が低下するのでインバータも含めた回転電機としての効率が向上するという効果がある。

### 【0028】

#### 実施の形態7

図10はこの発明の実施の形態7に係わる車両用回転電機装置におけるインバータユニットに使用されるスイッチング素子のオン抵抗と定格電圧の関係を示す特性図である。

図10において、実施の形態6で説明したSiC-MOSFETと、同じくSiC組成材を用いたSiC-SIT(Static Induction Transistor: 静電誘導トランジスタ)のある条件下での定格電圧とオン抵抗の関係を比較して示している。

図9の特性の比較から明らかなように、例えば、定格電圧を250(V)と仮定した場合には、SiC-SITのオン抵抗はSiC-MOSFETのオン抵抗の約1/数百程度まで低減できる。従って、SiC-SITをスイッチング素子として使用すれば、オン抵抗が低いため発熱量も大幅に低減でき、ヒートシンクの放熱フィン部が小型化できるので

、ヒートシンクを含めたインバータユニット全体のさらなる小型化が可能となるとともに、抵抗損が低下するのでインバータも含めた回転電機としての効率がさらに向上するという効果がある。

また、SiC組成材を用いたSiC-SITは、現在一般的に採用されているSi(シリコン)を組成材としたSi-MOSFETに比べて高耐電圧性を有しており、高いサイジ電圧に対しても十分に耐え得るので高い信頼性が得られる。

### 【0029】

#### 実施の形態8.

図11はこの発明の実施の形態1から7に係わる車両用回転電機装置における永久磁石を備えたクローポール型回転子の構成を示す外観斜視図である。

図11において、回転子20はクローポール型の回転子であり、回転子鉄心20Aおよび20Bは電機子鉄心23の内径に対して所定の空隙を介して対向する爪状の磁極部20aおよび20bを有し、磁極部20aおよび20bはそれぞれ所定の極数に形成されると共に、界磁巻線21の外径側を覆うように交互に交差しており、相隣る磁極部20aと20bとは周方向に所定の間隔を介して一定のピッチで配列され、界磁巻線21により交互に異極となるように磁化される。そして、相隣る磁極部20aと20bとの間には永久磁石26、27が介挿され、永久磁石26、27は各磁極部20aおよび20bが界磁巻線21による磁化と同一磁極になるように磁化されている。

前記界磁巻線21と共に前記電機子鉄心23に磁束を供給する永久磁石26、27を備えているので総磁束量が増加し、同じトルク特性を得るために必要なインバータモジュール40でスイッチング制御して電機子巻線24に供給する電流量が低減できるので、上記スイッチング素子41での発熱量が減り、結果的にヒートシンク401、402、403、410の放熱フィン部401a、402a、403a、410a、410bが小型化でき、ヒートシンク401、402、403、410を含めたインバータユニット4全体が小型化できるとともに、抵抗損が低くなるので回転電機としての効率が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

### 【0030】

【図1】この発明の実施の形態1による車両用回転電機装置を示す縦断面図である。

【図2】図1においてカバーを外した場合のインバータユニットをリヤ側から見た図である。

【図3】この発明の実施の形態1による車両用回転電機装置を搭載したハイブリッド自動車におけるシステム回路を示す概念図である。

【図4】この発明の実施の形態2による車両用回転電機装置を示す縦断面図である。

【図5】この発明の実施の形態2による車両用回転電機装置におけるインバータユニットの放熱フィンをリヤプラケット側から見た図である。

【図6】この発明の実施の形態3による車両用回転電機装置を示す縦断面図である。

【図7】この発明の実施の形態4による車両用回転電機装置におけるインバータユニットで軸方向に分割して配置した構成を示す外観図である。

【図8】この発明の実施の形態5による車両用回転電機装置におけるインバータユニットで周方向に分割して配置した構成を示す外観図である。

【図9】この発明の実施の形態6に係わる車両用回転電機装置におけるインバータユニットに使用されるスイッチング素子のオン抵抗と定格電圧の関係を示す特性図である。

【図10】この発明の実施の形態7に係わる車両用回転電機装置におけるインバータユニットに使用されるスイッチング素子のオン抵抗と定格電圧の関係を示す特性図である。

【図11】この発明の実施の形態1から7に係わる車両用回転電機装置における永久磁石を備えたクローポール型回転子の外観図である。

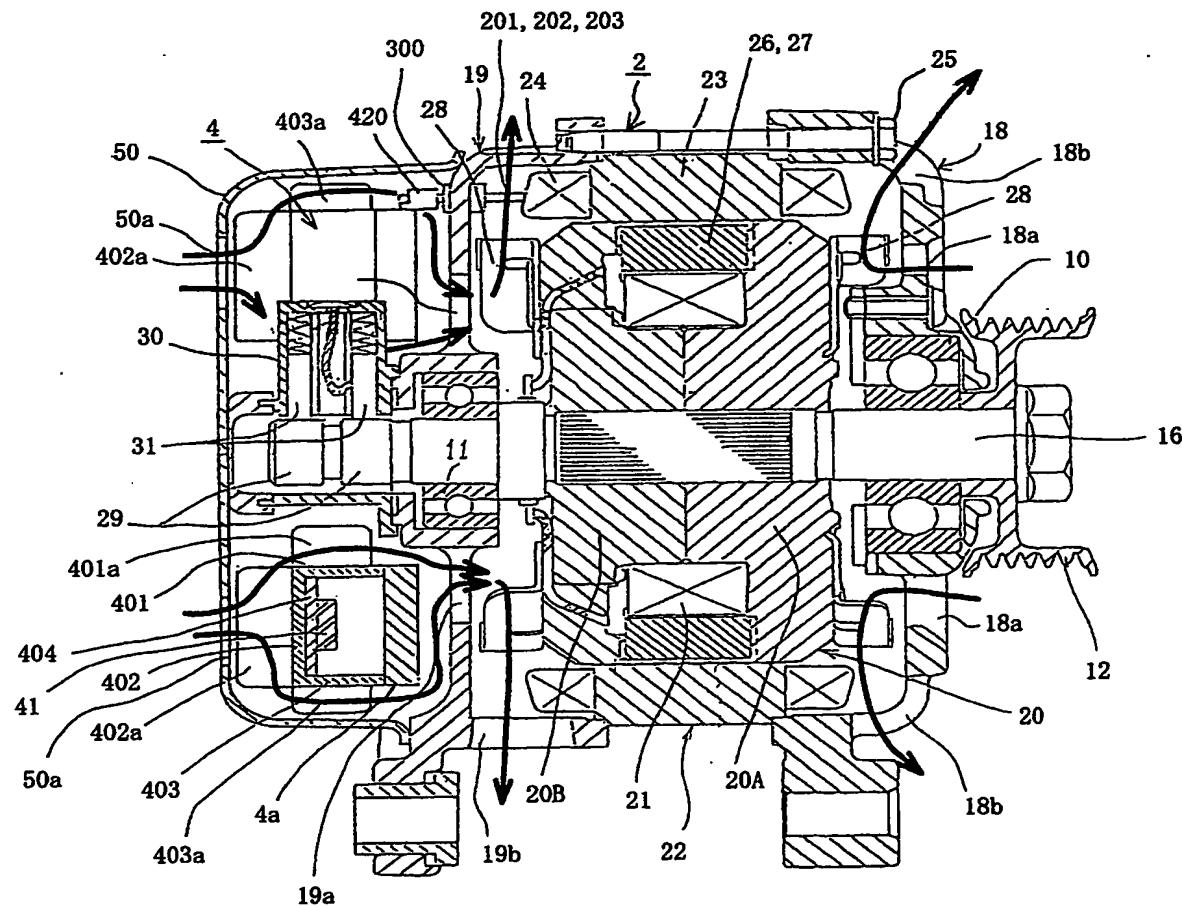
#### 【符号の説明】

### 【0031】

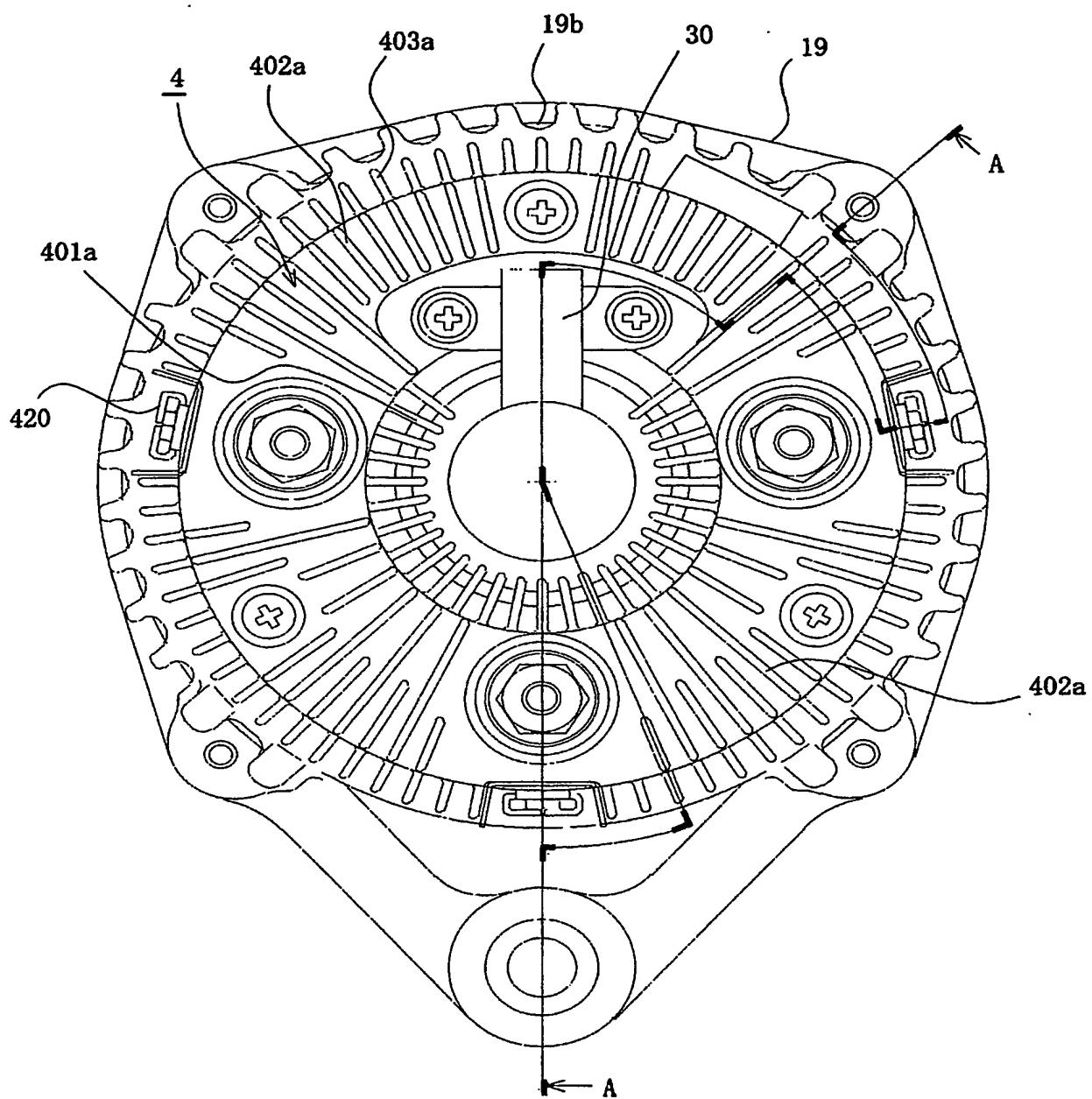
2 回転電機、4 インバータユニット、4 a サーキットボード、4 b ケース、5 バッテリ、8 直流配線、9 交流配線、10 ベアリング、11 ベアリング、12 プーリ、16 シャフト、18 フロントプラケット、18 a 吸気孔、18 b 排気孔、19 リヤプラケット、19 a 吸気孔、19 b 排気孔、20 回転子、20 A、20 B 回転子鉄心、20 a、20 b 磁極部、21 界磁巻線、22 電機子、23 電機子鉄心、24 電機子巻線、25 通しボルト、26、27 永久磁石、28 冷却ファン、29 スリップリング、30 ブラシホルダ、31 ブラシ、40 インバータモジュール、41 スイッチング素子、42 ダイオード、43 コンデンサ、44 制御装置、45 界磁電流制御装置、50 カバー、50 a、50 b 吸気孔、50 c 仕切り壁、

201、202、203 口出し線、300 絶縁ブッシュ、401 内周面側ヒートシンク、402 反リヤプラケット側ヒートシンク、403 外周面側ヒートシンク、401 a、402 a、403 a 放熱フィン、404 回路基板、405 回路基板、406 仕切り板、406 a 通風孔、410 ヒートシンク、410 a 外周面側放熱フィン、410 b リヤプラケット側放熱フィン、411 ヒートシンク、420 接続端子部、430 熱伝導遮断部

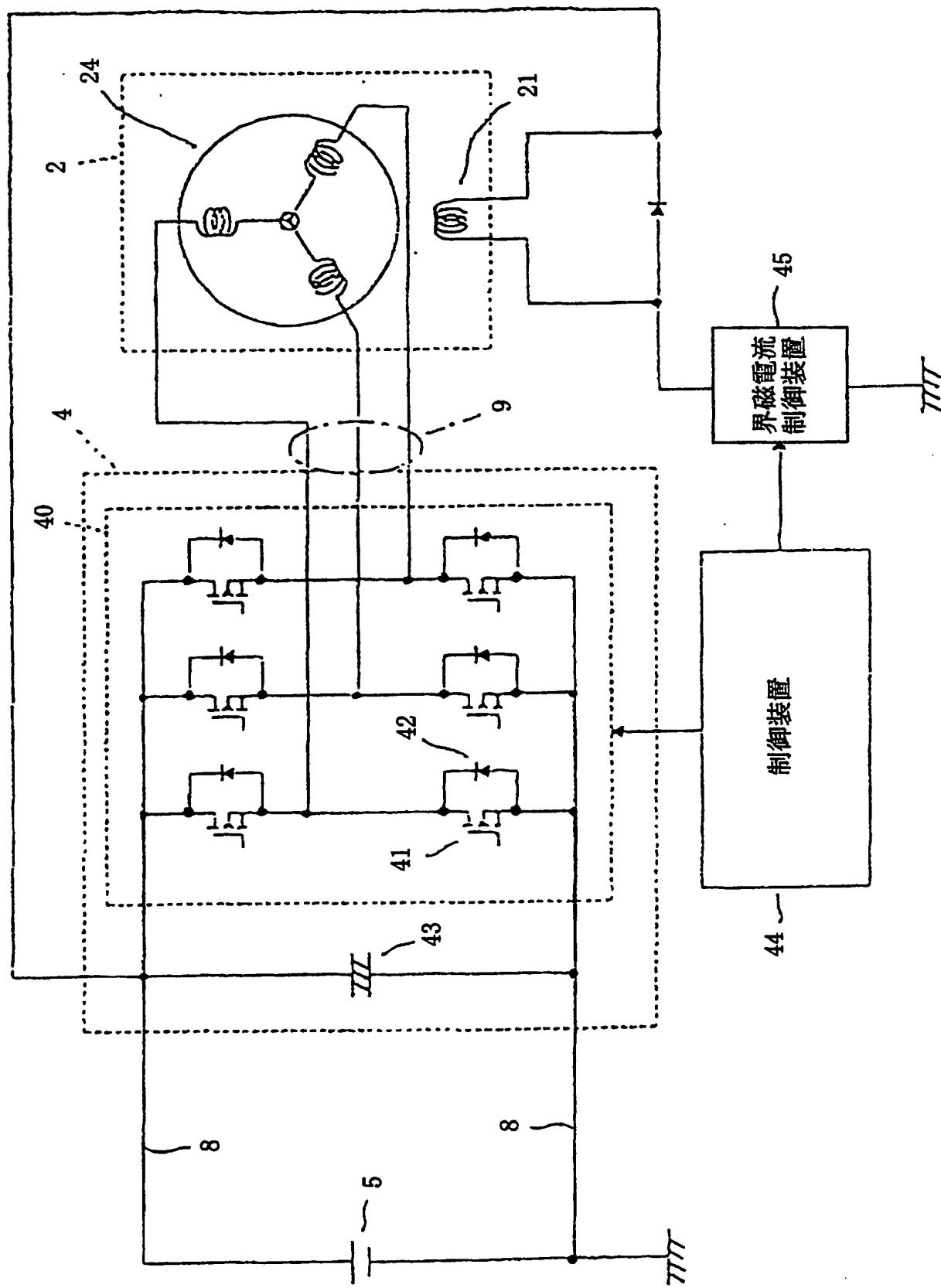
【書類名】図面  
【図1】



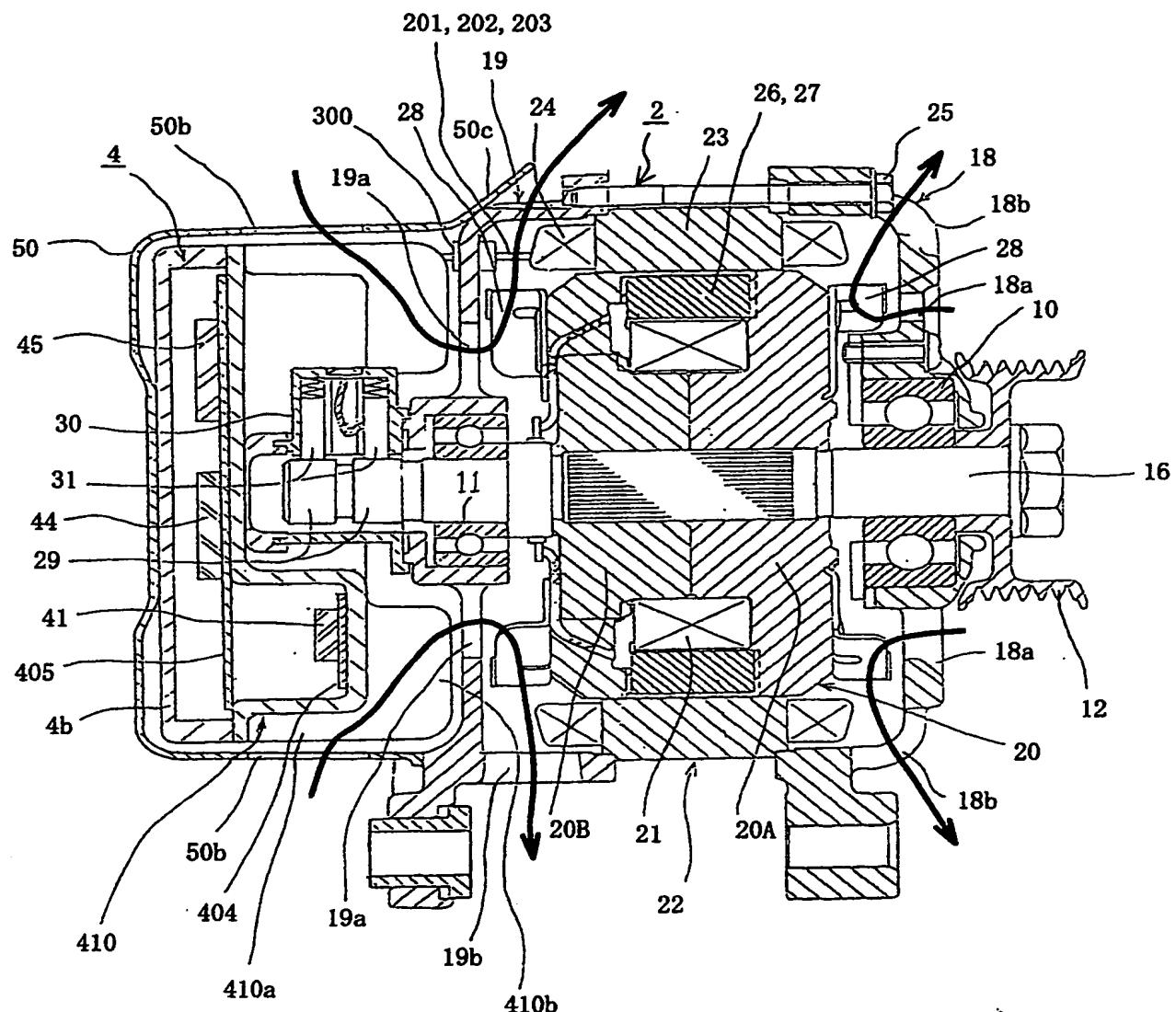
【図 2】



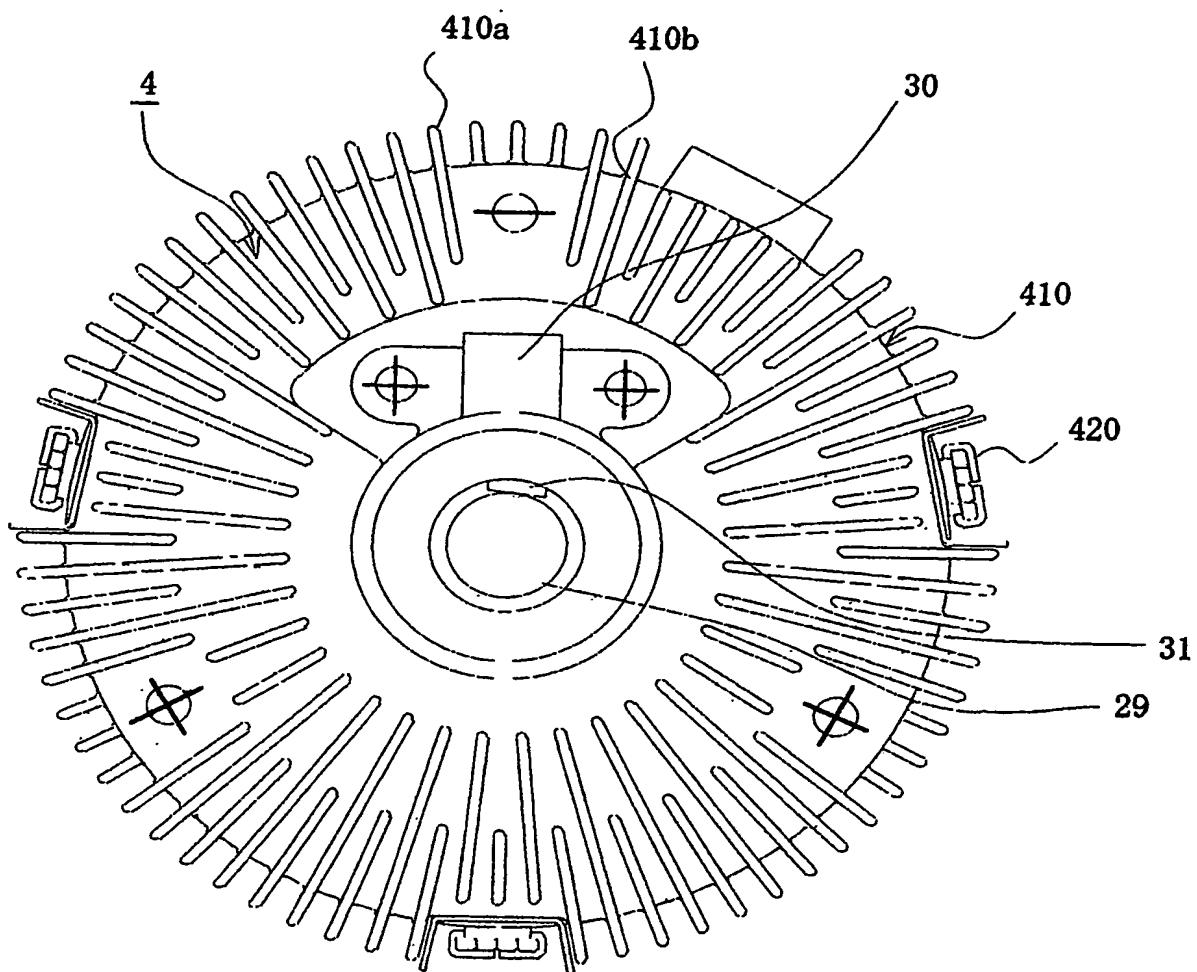
【図3】



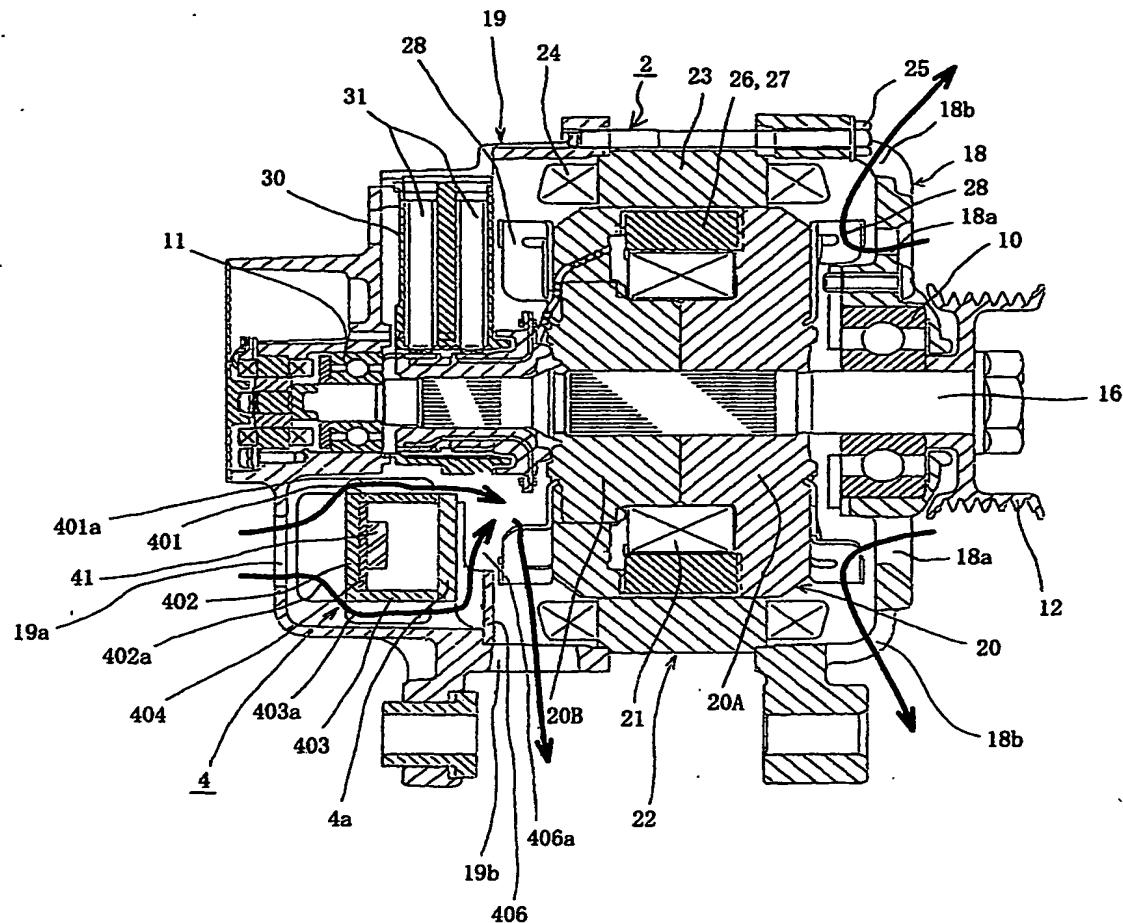
【図 4】



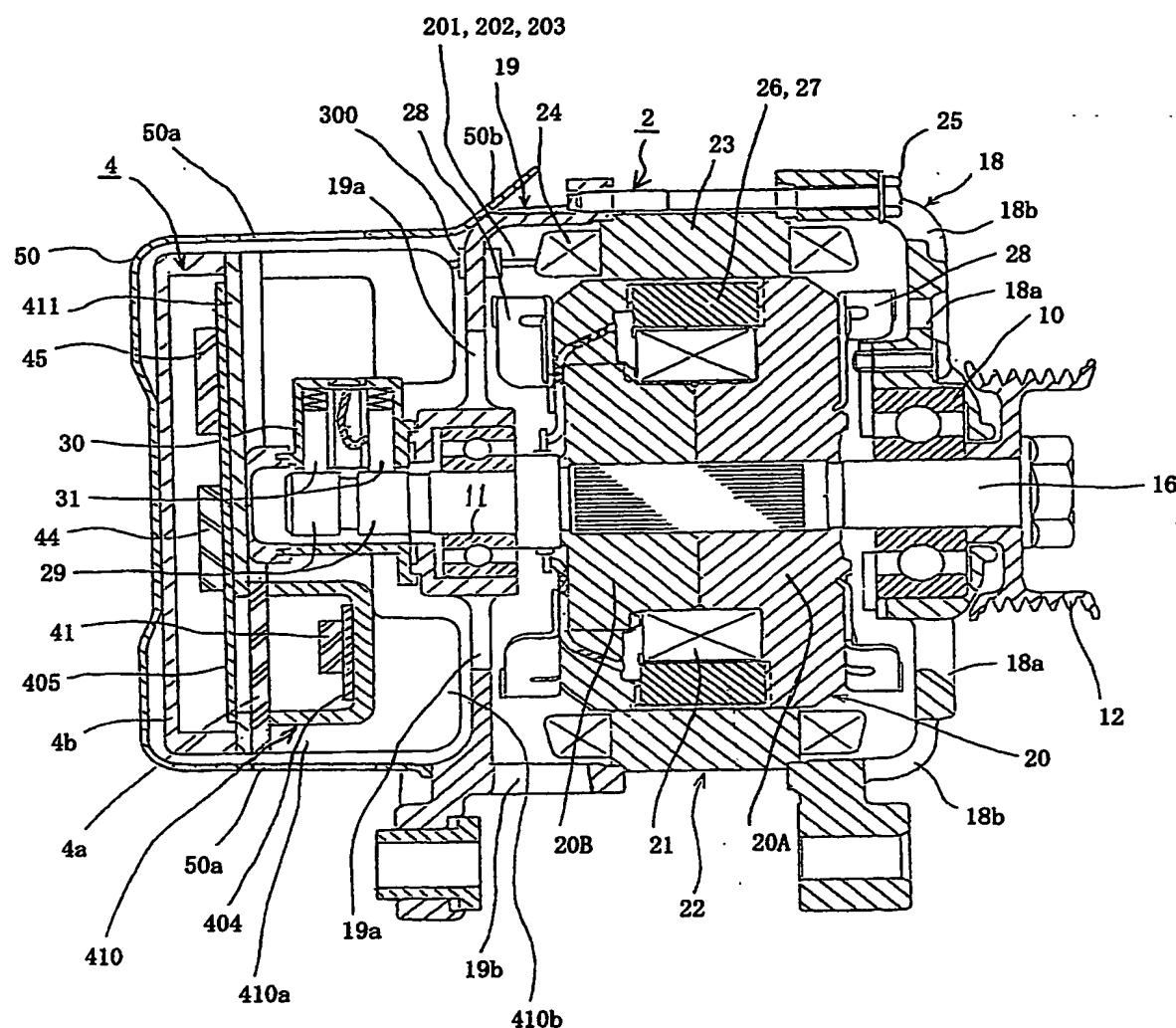
【図5】



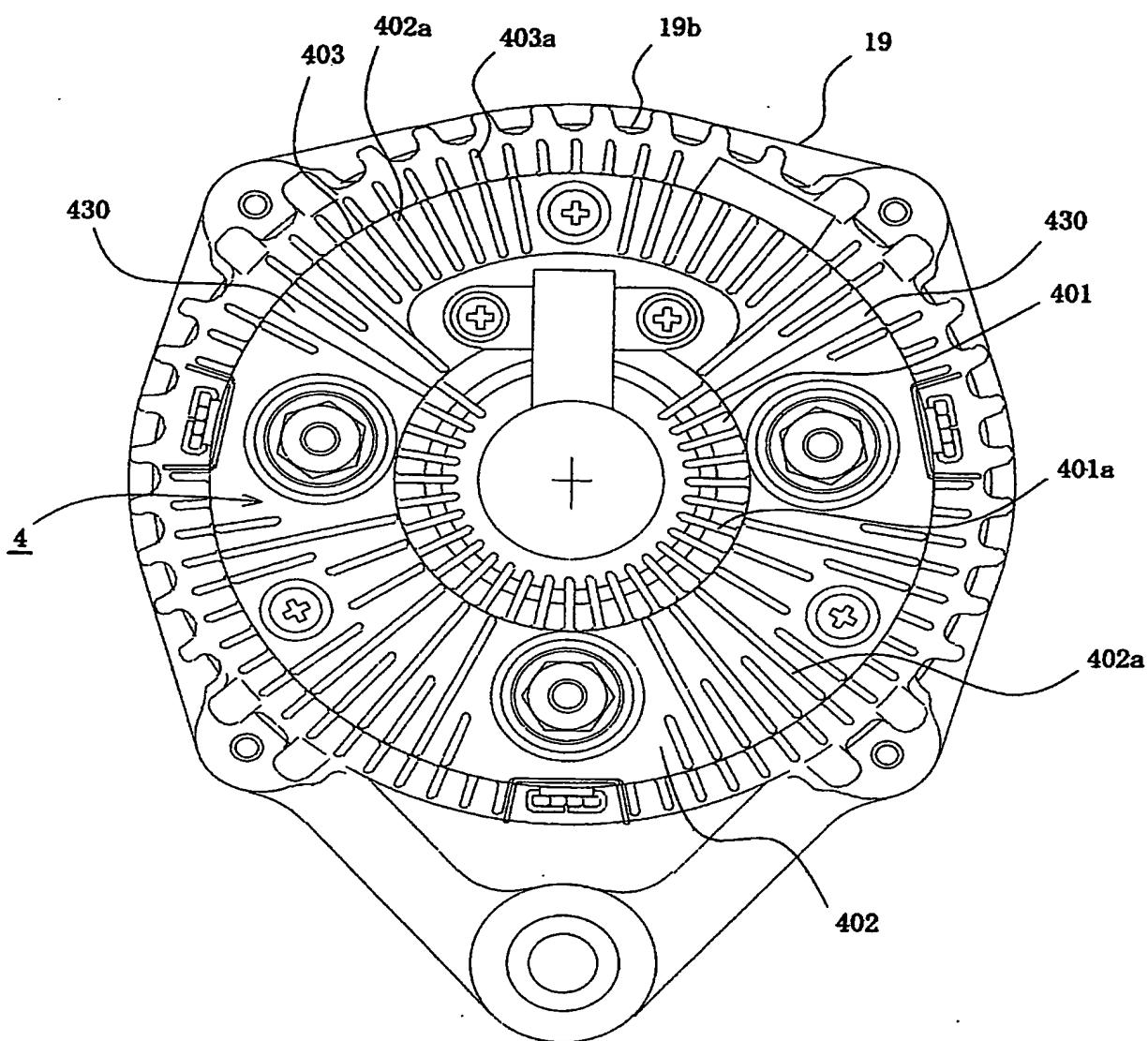
【図6】



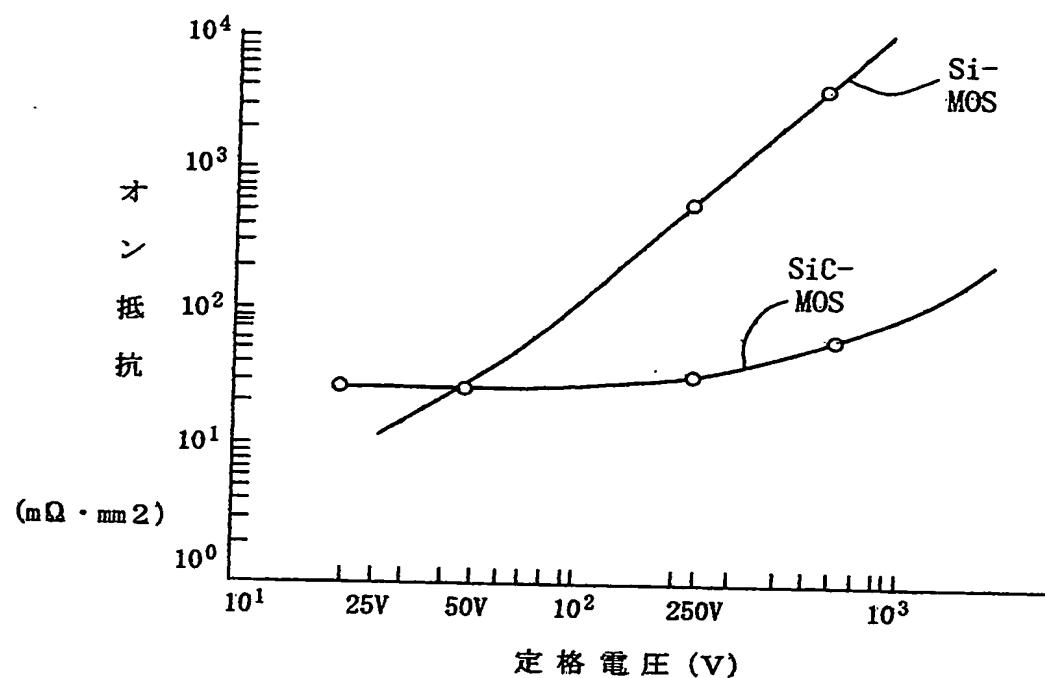
【図 7】



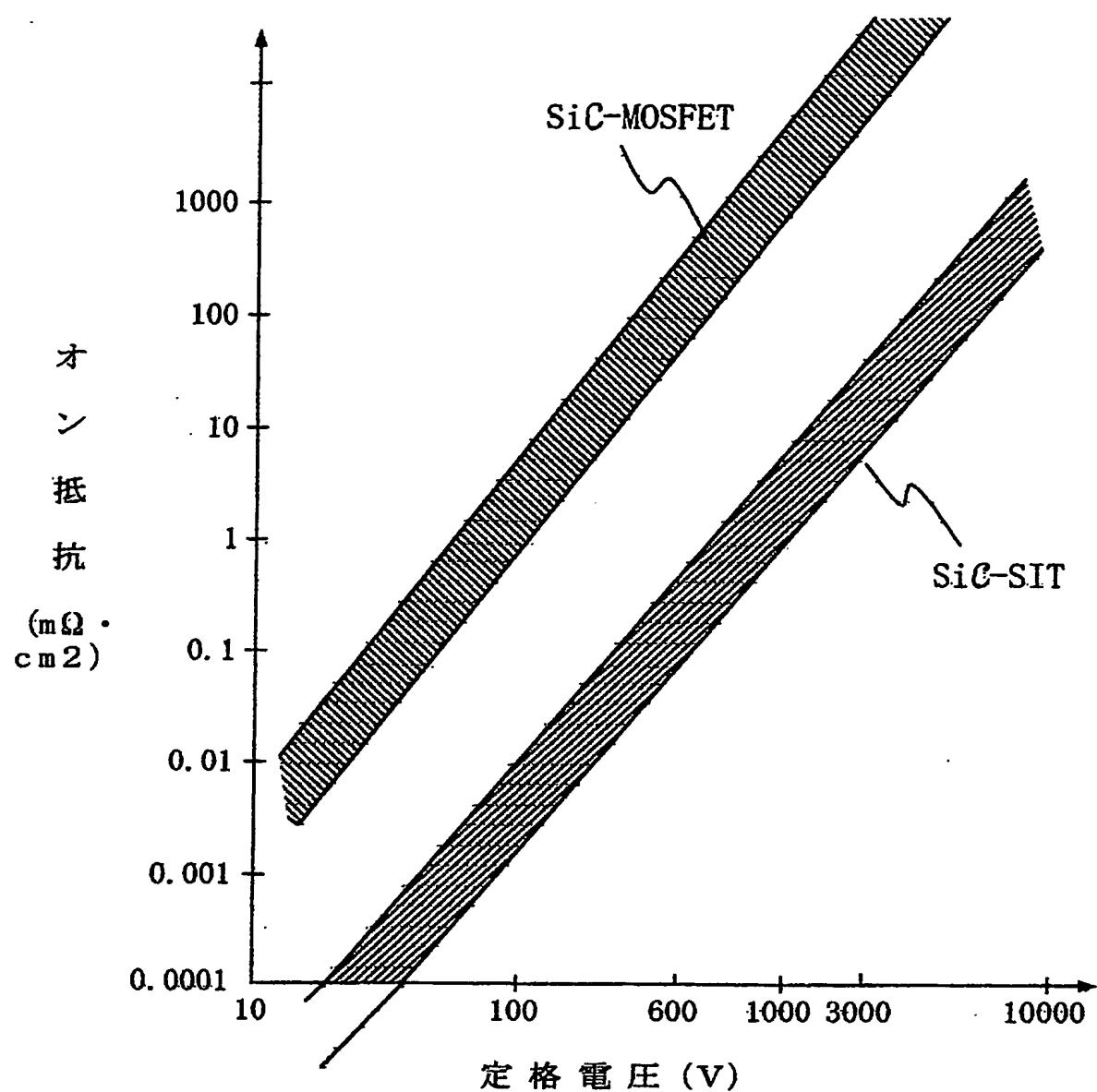
【図 8】



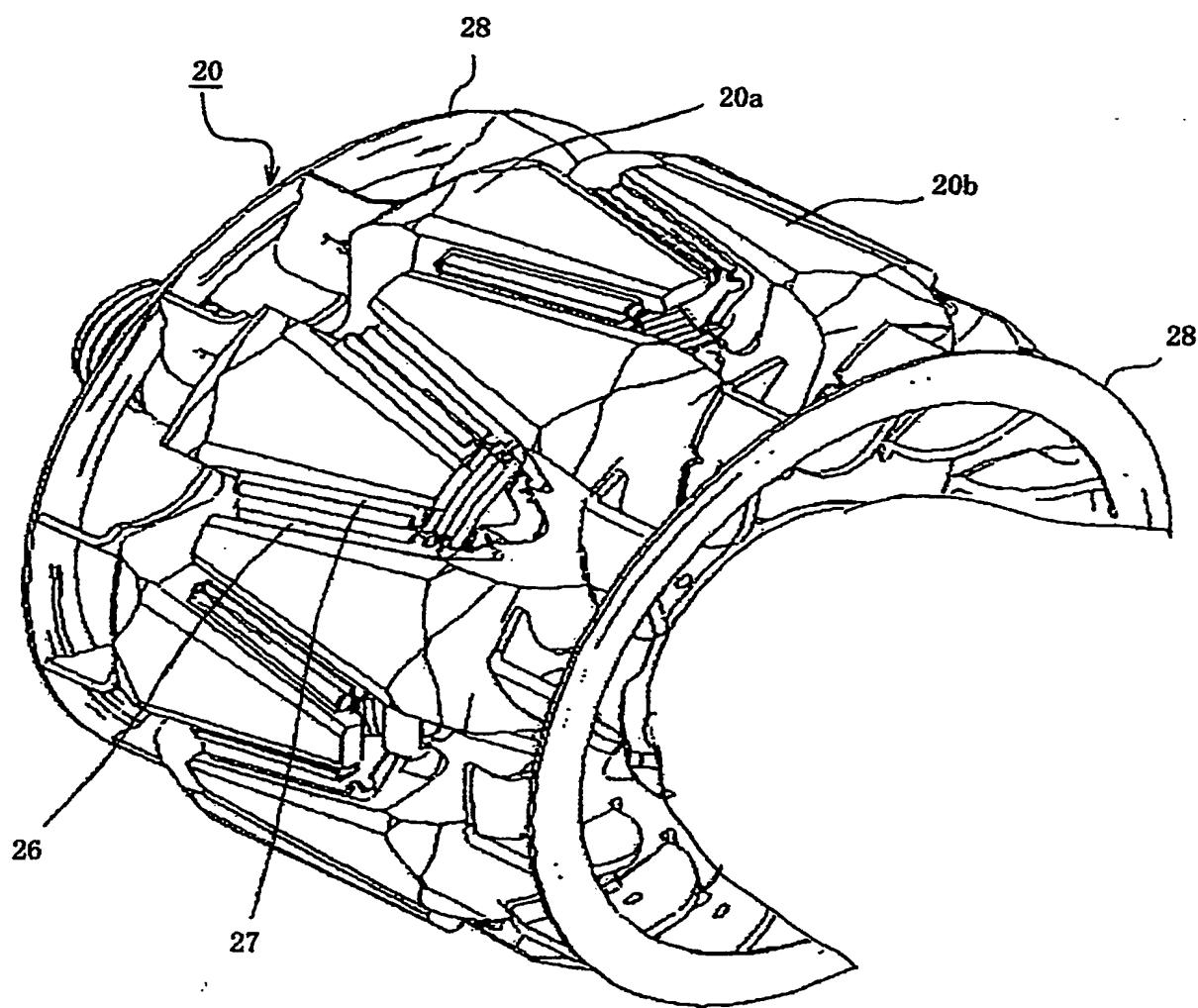
【図9】



【図10】



【図11】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 電気自動車やハイブリッド自動車等に搭載される車両用回転電機装置において、回転電機と該回転電機を制御するインバータユニットとを一体化した回転電機装置の小型化とトルク特性および効率を向上させる。

【解決手段】 インバータユニット4が冷却ファン28によって強制的に形成された冷却風により冷却されるので、インバータユニット4が効率よく冷却される。そこで、ヒートシンク401、402、403の放熱フィン401a、402a、403aを小型化でき19への搭載性が向上される。さらに、インバータユニット4と回転電機2とが冷却ファン28によって形成される冷却風により冷却されるので、インバータユニット4の冷却媒体が回転電機2の冷却媒体（冷却風）と共にされ、冷却構造が簡素化される。

【選択図】 図1

特願2004-059547

ページ： 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日

[変更理由]

1990年 8月24日

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名

三菱電機株式会社

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP05/003622

International filing date: 03 March 2005 (03.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-059547  
Filing date: 03 March 2004 (03.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse